

3. む す び

推進委員会主査 長谷川 昭
(東北大学大学院理学研究科教授)

今後 10 年以内の発生確率が約 50%と評価されている宮城県沖において、平成 14 年度～16 年度の 3 年間にわたり、

- (Ⅰ) 長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上
- (Ⅱ) 地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握
- (Ⅲ) 強震動の予測精度の向上

を図ることを目的として、以下のような調査観測を行ってきた。(カッコ内は担当機関)

- 1) 宮城県沖の地震活動の履歴に関する調査
 - (1.1) 観測データに基づく過去の宮城県沖地震の震源再調査 (仙台管区気象台)
 - (1.2) 津波波形解析による過去の宮城県沖地震の調査 (気象研究所)
 - (1.3) 歴史資料に基づく過去の宮城県沖地震の調査 (地震研究所)
 - (1.4) 波形インバージョンによるアスペリティの空間分布の調査 (地震研究所)
 - (1.5) 震度インバージョンによる宮城県沖地震の繰り返しの実体 (武村委員)
- 2) 地震観測による地殻活動モニタリング
 - (2.1) 海底地震観測 (地震研究所・仙台管区気象台)
 - (2.2) 陸上高感度地震観測網による地殻活動モニタリング (東北大学)
- 3) 地殻変動観測による地殻活動モニタリング
 - (3.1) 海底地殻変動観測 (海上保安庁・東北大学)
 - (3.2) 陸上 GPS 連続観測による地殻活動モニタリング (東北大学)
 - (3.3) PS-InSAR による地殻活動モニタリング (国土地理院)
 - (3.4) 高精度水準測量 (国土地理院)
 - (3.5) 重力観測 (東北大学)
- 4) プレート境界およびその周辺域の地殻構造調査
 - (4.1) 宮城県沖における地殻構造探査 (地震研究所・海洋研究開発機構)
 - (4.2) 精密海底地形データを用いた海底構造の調査 (海上保安庁)

本調査観測により得られた成果については、本報告書の「2. 調査観測の報告」の項に詳細に記述した通りである。ここでは、上記目的に照らしてどこまで明らかになったかという観点から、3 年間にわたる本調査観測により得られた成果全体を整理し、その概要を記述することとする。

(Ⅰ) 長期的な地震発生時期・地震規模の予測精度の向上には、i) プレート境界の位置・形状、ii) アスペリティの位置・大きさ・空間分布、iii) アスペリティの活動履歴 (複数のアスペリティの相互作用を含めて) を明らかにし、それに基づいて、地震発生の多様性を

把握し、地震発生モデルの高度化を図る必要がある。

海底地震観測と陸上地震観測網によるデータのトモグラフィ解析から、沈み込む太平洋プレート最上部の海洋性地殻を地震波低速度層としてイメージングすることができた。また、地殻構造探査ではプレート境界面からの反射波を検出した。これらにより、宮城県沖地震の震源域及びその周辺域におけるプレート境界の位置・形状が明らかとなった。

地震波形記録のインバージョンにより、1936年と1978年宮城県沖地震のすべり分布の比較検討が行われ、1936年の地震で大きくすべった領域は1978年の地震のそれに隣接してその南東側にあると推定された。本震と余震の震源再調査では、震源決定の方法の違いにより、本震の震源（破壊の開始点）の位置は互いに異なるものの、余震域の範囲がほぼ同じという結果と、それとは異なり、再決定前と同様に1936年の地震の余震域が1978年の地震の余震域よりやや南側に位置するという結果が得られた。津波波形記録解析からは、八戸以外の検潮記録は原記録が存在しないため時刻補正ができず、その時刻誤差を5分程度とすると、1936年と1978年宮城県沖地震の破壊域の違いを議論することは難しいこと、しかし、1936年の地震が1978年の地震よりは小さく、Mw 7.2程度であることが明らかとなった。また、震度データのインバージョンからは、短周期波の発生源が1938年の地震では1978年の地震の南東側に位置すると推定された。ただし、推定された短周期波の発生源の位置は、地震波形データのインバージョンで得られたアスペリティの位置と有意に異なっている。

以上の結果を総合して考えると、1) 1936年及び1978年の宮城県沖地震はどちらも単独型であるが、いずれの場合も複数のアスペリティの破壊で引き起こされた、2) 1978年の地震の場合、そのうち主として北側にあるアスペリティ群のすべりで生じた、3) 1936年の地震の場合、すべったアスペリティの一部は1978年ですべったアスペリティと同じであるが、それに南側にあるアスペリティのすべりが加わった、4) 1936年にすべらなかった北側のアスペリティは、その後1937年の地震ですべった、というシナリオが考えられる。そうであるとする、地震発生時期、地震規模の予測精度向上のために不可欠なアスペリティの相互作用を考える上で重要な情報を提供することになる。ただし、1936年の地震のアスペリティの分布の推定精度の問題が依然として残っており、今後更なる検討が必要である。ここで得られた結果は、たとえ単独型であっても、宮城県沖地震の発生様式の多様性を強く示唆している。今後はこれらの成果を基に、地震発生モデルの高度化が図られることが期待される。

(II) 地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握における根本的な課題は、アスペリティへの応力蓄積状況を如何に把握できるかであり、そのためには i) プレート境界におけるアスペリティの周囲のゆっくりすべり（非地震性すべり）と ii) プレート境界及びプレート内におけるアスペリティ周辺の地震活動をきちんと検出することが基本となる。この点については、本調査観測により大きな進展がみられた。

陸上 GPS 観測データの解析から、宮城県沖地震のアスペリティおよびその周辺のプレー

ト境界は、現在ほぼ 100%固着していることが明らかになった。海底地殻変動観測でも観測精度が向上しつつあり、陸上データから推定されたこの固着状況を支持するデータが得られた。さらに陸上地震観測データおよび陸上 GPS 観測データの解析から、現在 100%固着している宮城県沖地震のアスペリティの周辺のプレート境界面で、M5~6 級の地震によるすべりや広域にわたる余効すべり（非地震性すべり）が生じ、アスペリティ周辺域でプレート間の固着のはがれつつあることが明らかになった。

また、このようなプレート境界面上のアスペリティおよびその周辺域の現在の活動状況を反映して、隣接した陸域下の地殻浅部および沿岸直下のスラブ内で、2003 年 5 月 26 日宮城県沖地震（M7.3）、2003 年 7 月 26 日宮城県北部地震（M6.4）が発生した。さらに、2003 年 10 月 31 日には、宮城県沖地震のアスペリティ南東部に隣接して、福島県沖のプレート境界で M6.8 の地震が発生した。相似地震（小繰り返し地震）解析、陸上地震観測データおよび陸上 GPS 観測データの解析から、この地震によるすべりとそれに伴う余効すべりが検出され、宮城県沖地震のアスペリティ周辺のプレート境界で、固着のはがれがさらに進行しつつあることが明らかになった。ただし、その後この固着のはがれの rate は減速し現在に至っている。

このように現在 100%固着している宮城県沖地震のアスペリティ周辺域では、それまで固着していた領域でも、はがれが進行しつつあることが明らかになり、次の宮城県沖地震の発生に向けて着々と準備が進んでいる状況を捕捉できた。このような情報は、（Ⅰ）地震発生時期、地震規模の予測精度の向上にとっても決定的に重要であり、今後とも、この地域の地殻活動のモニタリングを高度化し、最終的な破壊（次の宮城県沖地震の発生）に至る過程をきちんと把握することが、冒頭に記した目的の達成に大きく貢献するはずである。

（Ⅲ）強震動の予測精度の向上には、震源特性と地震波伝播特性をきちんと把握する必要がある。本調査観測により、アスペリティや短周期波の発生源の位置が推定された。これらは震源特性を把握する上で重要な情報である。また、海底地震観測データと陸上地震観測データのトモグラフィ解析や地殻構造探査の結果から、震源域から沿岸域に至る領域の地下構造の情報が得られた。これらは地震波伝播特性を把握する上で基本的な情報であり、今後これらを基にして地震動予測の高度化が図られることが期待される。